COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 SEPTEMBRE 1899,

PRÉSIDÉE PAR M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Études sur le triméthylène;* par M. BERTHELOT.

« Le triméthylène et le propylène fournissent l'exemple rare de deux isomères gazeux à la température ordinaire : leur condensation et leurs réactions chimiques sont semblables ; mais la chaleur de formation par les éléments, fort inégale ($-9^{Cal},4$ pour le propylène; $-17^{Cal},1$ pour le triméthylène), ainsi que la chaleur dégagée par la combinaison de ces deux gaz, tant avec le brome ($+29^{Cal},1$ pour le propylène; $+38^{Cal},5$ pour le triméthylène) qu'avec l'acide sulfurique ($+16,7$ pour $1\frac{1}{2}SO^4H^2$ avec le propylène; $+25,5$ avec le triméthylène), et avec l'eau ($+16,5$ alcool du propylène; $+26,5$ alcool du triméthylène); ces trois dernières inégalités, de signe contraire avec la première, ayant pour effet de ramener les

dérivés isomériques de même fonction à des chaleurs de formation par les éléments presque identiques. J'ai traduit ces phénomènes et caractérisé la relation thermique qui existe entre le propylène et le triméthylène, en les regardant comme représentant un genre nouveau d'isomérie, l'*isomérie dynamique*. On voit par là quel intérêt présente l'étude de ces deux carbures d'hydrogène : leur différence apparente, la plus saillante à première vue, est celle de la vitesse avec laquelle ils entrent en combinaison, cette vitesse étant notablement moindre pour le triméthylène que pour le propylène, malgré la relation contraire entre les quantités de chaleurs dégagées : mais, en général, il n'existe aucun rapport nécessaire entre la chaleur dégagée et la vitesse de combinaison.

» Au contraire, on peut dire que la transformation du triméthylène en propylène, devant être accomplie avec dégagement de chaleur ($+7^{Cal},7$), est possible directement; tandis que la transformation inverse ne le sera que par quelque cycle de réactions comportant une absorption d'énergie.

» En raison de l'intérêt qui s'attache à ces problèmes, il m'a semblé utile de soumettre à un nouvel examen les questions suivantes :

» Pureté du triméthylène et réaction comparée du brome sur ce carbure et sur le propylène; action du chlorure de zinc sur l'alcool propylique normal et sur le triméthylène; action de l'acide sulfurique sur les alcools propyliques; réactions comparées du zinc sur les deux bromures isomères; action d'une température voisine de 500° sur le propylène et sur le triméthylène. — Plusieurs de ces questions ont donné lieu, dans ces derniers temps, à une discussion entre des chimistes distingués, MM. Tanatar d'un côté ([1]), Wolkoff et Menschutkine ([2]) d'un autre côté : les faits mêmes observés de part et d'autre ne me paraissent pas inconciliables, quoique les conclusions soient différentes. Je me bornerai à exposer mes propres observations.

I.

1. La première question qui se présente est relative à la pureté du triméthylène, c'est-à-dire à son mélange avec une certaine proportion de propylène, dans le cours de sa préparation.

» Ce fait, signalé en passant par M. Wagner ([3]), a été établi d'une façon plus com-

---

([1]) *Berliner Berichte*, t. XXIX, p. 1297; 1896; t. XXXII, p. 702; 1899.

([2]) *Ibid.*, t. XXXI, p. 3067; 1898.

([3]) *Ibid.*, t. XXI, p. 1236; 1888.

plète par MM. Wolkoff et Menschutkine, d'après lesquels la dose de propylène dans le mélange varierait de 13 à 39,5 pour 100 : en moyenne 20 à 25. Je l'ai également observé; mais ayant pris soin de récolter dans des vases successifs, sur le mercure, la totalité des gaz dégagés, j'ai reconnu que le propylène était surtout concentré dans les premiers produits de l'opération ([1]). Il s'y trouve presque pur, tandis que sa dose dans les produits moyens et finaux devient faible, et même presque nulle : le triméthylène y devient, au contraire, de plus en plus pur.

» 2. Cette observation s'applique à mes expériences thermochimiques, ainsi que je m'en suis assuré expressément, en étudiant les flacons, datés et numérotés chacun suivant l'ordre du dégagement des gaz, qui renfermaient les portions de triméthylène non utilisées dans mes expériences antérieures, flacons que j'avais conservés depuis 1894.

» En effet, sur seize flacons de 250^{cc} chacun, j'avais mis de côté les huit premiers et utilisé seulement les suivants. Or, à partir du n° 5 de ces flacons eux-mêmes, j'ai vérifié récemment qu'il n'y avait pour ainsi dire plus de propylène. Toute dose de ce dernier augmenterait d'ailleurs les écarts thermiques signalés plus haut, un dixième répondant à 1^{Cal} environ. Les conséquences thermochimiques de mes expériences subsistent donc intégralement.

» 3. On sait que c'est par la réaction immédiate du brome que l'on peut constater la présence d'une proportion notable de propylène dans le triméthylène.

» Cette réaction a même été proposée, mais à tort à mon avis, pour séparer les deux gaz; le brome étant réputé absorber seulement le propylène, tandis que le triméthylène serait respecté. En réalité, il n'y a là qu'une différence de vitesse dans les réactions, laquelle ne permet guère que des conclusions qualitatives. Avant d'entrer dans plus de détails sur ce point, rappelons que le propylène forme un bromure qui bout à 142° et le triméthylène un bromure isomère, qui bout à 165°. Il est clair que la distillation fractionnée d'un mélange de ces deux bromures, à moins d'opérer sur des poids considérables, ne fournit, elle aussi, que des indications qualitatives. Quant au produit obtenu en faisant agir le mélange des deux gaz sur le brome, sa composition par rapport aux deux bromures dépendra de la durée et des conditions du contact : le propylène ayant été beaucoup plus vite absorbé.

» 4. Avant de fournir quelques données nouvelles à cet égard, je rappellerai que j'emploie, pour absorber quantitativement les carbures d'hydrogène gazeux au sein d'un mélange, le brome liquide en présence de l'eau, depuis 1857, et cela dans des conditions dont le détail précis est donné aux *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, tome XII, page 297; 1877. C'est à ces conditions que se rapportent les indications suivantes.

» J'ajouterai que j'opère sur 15^{cc} à 20^{cc} de gaz; le volume du brome liquide employé est voisin de $0^{cc},15$ à $0^{cc},20$ au plus, c'est-à-dire capable d'absorber 25^{cc} à 30^{cc} d'éthylène pur, 35^{cc} à 40^{cc} de propylène pur, etc.

» L'emploi du brome liquide est indispensable pour une absorption immédiate de ces gaz. L'eau bromée ne donne une action complète, sur le propylène notamment, que

---

([1]) 50^{gr} bromure de triméthylène rectifié expressément à point fixe, pour 65^{gr} de zinc en poudre; 100^{cc} alcool à 75 degrés : le tout chauffé au bain-marie entre 60° et 70°.

par une action prolongée et en présence d'un volume d'eau considérable, laquelle eau exerce une action dissolvante propre très marquée et cède en sens inverse aux gaz une partie de l'air qu'elle renfermait.

5. Par exemple 13^{cc},0 de propylène pur, agités pendant quelques minutes avec 25^{cc} d'eau bromée saturée, ne lui ont cédé que 1^{cc},5, et cela sans la décolorer; 200^{cc} d'eau bromée n'ont absorbé de même que 5^{cc} de propylène. Une dissolution de brome dans le bromure de potassium n'a pas été plus efficace.

» Si l'on opère avec le brome liquide, sous une couche d'eau, le tout contenu dans un petit tube que l'on introduit au sein du tube à analyse, l'absorption du propylène est au contraire assurée et rapide. Les vapeurs de brome qui arrivent tout d'abord au contact du gaz disparaissent et le mélange *se décolore* aussitôt. Ce caractère, joint à l'absorption immédiate, sous l'influence de deux ou trois secousses énergiques, permet de constater à l'instant l'existence du propylène dans le triméthylène.

» 6. Le triméthylène, au contraire, laisse d'abord subsister un excès de brome gazeux, le mélange ne se décolorant qu'après un certain temps. D'après ces signes, on peut aisément constater la présence d'une dose voisine d'un dixième, ou plus, de propylène dans le triméthylène. Cette constatation étant faite en une fraction de minute, on laisse retomber le petit tube à brome hors de l'éprouvette graduée, et l'on absorbe avec une pastille de potasse l'excès de brome, contenu tant dans l'eau que dans l'atmosphère gazeuse de l'éprouvette graduée. Le résidu gazeux peut être regardé comme du triméthylène privé de propylène.

» Cependant, il faut se garder d'attribuer au propylène seul la mesure du volume absorbé par le brome. En effet, ce dernier absorbe toujours une certaine dose de triméthylène, en partie par réaction chimique (formation du bromure), en partie aussi par une action chimicophysique de dissolution, le brome exerçant une telle action dissolvante (et même considérable) sur une multitude de composés organiques.

» Le triméthylène ainsi dissous d'abord entre ensuite peu à peu en combinaisons.

» 7. Voici quelques données numériques, relatives à ces actions dissolvantes complexes du brome sur le triméthylène.

» 13^{cc},9 de triméthylène, obtenu à la fin d'une préparation, c'est-à-dire pur ou sensiblement, ont été agités une seule fois avec 0^{cc},15 de brome liquide, en présence de l'eau. Aussitôt, on a séparé le tube à brome, éliminé l'excès de sa vapeur par la potasse, et mesuré l'absorption, soit 1^{cc},9. Toutes ces opérations n'ont pas duré une minute.

» La dose de brome employée aurait dû en absorber vingt fois autant, si elle avait été changée en bromure de triméthylène.

» Une seconde opération, faite sur les 12^{cc},0 restants, avec 0^{cc},15 de brome liquide, a laissé 10^{cc},0 : soit 2^{cc},0 absorbés.

» 10^{cc},0 du résidu ont été mis de nouveau en présence d'un volume de brome liquide beaucoup plus petit, soit 0^{cc},05. Cette fois, en opérant de même, l'absorption a été 0^{cc},8.

» Les 9^{cc},2 restants ont été mis, une quatrième fois, en présence de 0^{cc},15 de brome liquide. On a secoué deux fois, au lieu d'une. L'absorption finale a été de 2^{cc},2.

» A aucun moment de ces opérations successives, l'atmosphère gazeuse ne s'est décolorée, si ce n'est par l'addition de potasse, qui précède chaque mesure. On voit que l'absorption est progressive.

» Si l'on agite 250^{cc} de triméthylène dans un flacon avec quelques grammes de brome liquide, en entr'ouvrant le flacon sur l'eau de temps en temps, on constate également cette absorption progressive, et, au bout d'un temps considérable d'agitation continue, elle devient *totale,* comme je l'ai vérifié expressément sur quatre échantillons distincts.

» Ceci rappelle les conditions efficaces de l'absorption de l'éthylène par l'acide sulfurique concentré; conditions qui contrastent pareillement avec l'absorption immédiate du propylène par le même acide : la chaleur totale dégagée dans les deux cas est d'ailleurs à peu près la même. Malgré cette diversité d'action de l'acide sulfurique, la constitution du propylène et celle de l'éthylène sont réputées semblables.

» Ces détails peuvent sembler minutieux ; mais ils m'ont paru nécessaires pour bien établir la caractéristique du triméthylène obtenu vers la fin de la préparation. En résumé, ce gaz semble à peu près pur, en raison du caractère lent des réactions et surtout en raison de la similitude des absorptions successives.

» Le flacon qui avait fourni l'échantillon sur lequel ont été faites les analyses précédentes est celui que j'ai mis en œuvre dans les expériences qui vont suivre.

II.

» *Action du chlorure de zinc sur l'alcool propylique normal.* — Le chlorure de zinc anhydre étant placé dans une cornue tubulée et chauffé, j'ai fait tomber sur lui peu à peu de l'alcool propylique normal, 16^{gr} de ce liquide ont fourni :

Carbures gazeux, 3^{lit}, 25; soit, en les calculant comme C^3H^6..	5^{gr},1
Carbures liquides et corps analogues........................	3,0
Alcool inaltéré..	2,9
Eau..	4,1
	15,1
Perte..	0,9

» Les gaz étaient constitués en majeure partie par du propylène, exempt de triméthylène, mais mélangés avec une certaine proportion d'hydrogène et d'hydrure de propyle, proportion qui a varié entre 40 et 17 centièmes.

» Vers la fin, les gaz renfermaient en outre 4 centièmes d'éthylène.

» Ils ont fourni du bromure de propylène bouillant à 142° et non plus haut. J'ai fait les mêmes observations en décomposant l'alcool isopropylique par le chlorure de zinc; ce qui a fourni du propylène exempt de triméthylène, et le bromure correspondant.

» L'analyse des mélanges contenant du propylène, du triméthylène et même de l'éthylène s'exécute de la manière suivante :

» D'une part, on traite les gaz (desséchés avec KHO solide), sur le

mercure, par l'acide sulfurique concentré, qui absorbe le propylène (et le triméthylène, s'il y en avait). Le résidu est transporté sur l'eau, avec les précautions que j'ai décrites dans le Mémoire précité (*Annales*, 5e série, t. XII, p. 299) et traité par le brome, qui absorbe l'éthylène, s'il y a lieu. Le second résidu est ramené sur le mercure, desséché, et soumis à l'analyse eudiométrique par détonation avec l'oxygène : ce qui indique les carbures forméniques et l'hydrogène.

» D'autre part, le même gaz est traité rapidement sur l'eau par le brome, qui absorbe le propylène et, s'il y a lieu, l'éthylène (ainsi qu'un peu de triméthylène). Le résidu est ramené sur le mercure et traité par l'acide sulfurique concentré, qui absorbe le triméthylène (ou, du moins, la portion non absorbée par le brome). Puis on fait sur le mercure l'analyse eudiométrique du résidu, laquelle doit fournir le même résultat que plus haut.

» Je me suis assuré par des essais synthétiques que cette marche permet de reconnaître avec certitude la présence du triméthylène, mélangé à la dose de quelques centièmes avec le propylène. A la vérité, le dosage même du premier gaz n'est qu'approximatif, étant subordonné à la durée du contact avec le brome, comme je l'ai montré plus haut.

III.

» *Action de l'acide sulfurique sur les alcools propyliques.* — L'alcool propylique normal, mélangé avec deux fois et demie son poids d'acide sulfurique concentré, ne tarde pas à s'échauffer et à donner lieu à une action très vive. Parfois il est nécessaire de la provoquer par un léger échauffement initial. Le volume des gaz dégagés (après séparation de SO^2) est peu considérable : 10^{cc} par gramme d'alcool environ dans mes essais. — En opérant avec le concours de CO^2, j'ai recueilli séparément les premières parties et les dernières, ainsi que la portion principale. — Dans les trois fractions, après absorption de CO^2 et de SO^2, j'ai trouvé du propylène exempt de triméthylène. Les gaz renferment en outre, surtout à la fin, un peu d'oxyde de carbone et d'hydrure de propyle.

» L'alcool isopropylique, dans les mêmes conditions, a fourni également du propylène exempt de triméthylène, comme on pouvait s'y attendre.

» Ainsi, l'alcool propylique normal, engendré, d'après les auteurs, par le triméthylène, ne le régénère pas sous les influences déshydratantes du chlorure de zinc ou de l'acide sulfurique.

IV.

» *Action du chlorure de zinc sur le triméthylène.* — Dans une cloche courbe, dont la partie supérieure renfermait du chlorure de zinc préalablement fondu, puis solidifié, on a introduit, sur le mercure, $16^{cc},5$ de triméthylène sec, aussi pur et exempt de propylène que possible. On a chauffé le chlorure de zinc doucement, de façon à le fondre, mais sans en élever la température jusqu'au point de distillation.

» Au bout d'une demi-heure, on a fait l'analyse. Le volume du gaz n'avait pas changé. Il renfermait 40 centièmes de propylène, immédiatement absorbable par le brome, avec décoloration de la vapeur (dosage approximatif). 60 centièmes de triméthylène (absorbable par SO^4H^2) subsistaient; sans doute parce que la réaction n'avait pas été assez prolongée.

» On voit que le chlorure de zinc transforme lentement le triméthylène en propylène à une température élevée. M. Gustavson a constaté une action semblable du bromure d'aluminium à froid sur le bromure de triméthylène : mais, dans cette circonstance, la transformation paraît précédée par la combinaison du bromure d'aluminium avec le bromure du carbure mis en œuvre.

» On conçoit, d'après mon expérience, pourquoi on n'obtient pas de triméthylène dans l'action exercée à chaud par le chlorure de zinc sur l'alcool propylique normal.

V.

» *Réactions comparées du zinc sur les bromures de triméthylène et de propylène.* — Cette réaction, opérée en présence de l'alcool, régénère, comme on sait, les carbures précédents, le propylène à l'état pur, le triméthylène étant changé en partie en propylène. J'ai vérifié que la réaction s'effectue avec une facilité très inégale sur les deux bromures, le triméthylène se dégageant régulièrement vers 60°-70°, tandis que le bromure de propylène est attaqué dès la température ordinaire (20°) : l'attaque est si rapide, en opérant sur 50^{gr} de bromure, que la masse s'échauffe de plus en plus et donne lieu à une évolution presque explosive.

» Une semblable résistance, plus marquée pour le bromure de triméthylène, surprend à première vue, surtout si l'on attribue au triméthylène une formule cyclique, hypothèse qui semblerait impliquer une stabilité

relative moindre dans les combinaisons du carbure avec le brome et avec les autres corps qui s'y unissent au delà des limites de la saturation supposée.

» On s'en rend compte, au contraire, si l'on observe que la séparation entre le brome et le carbure exige $9^{Cal},4$ de plus pour le triméthylène que pour le propylène. L'énergie nécessaire est empruntée à la chaleur de formation du bromure de zinc. En effet, la réaction définitive :

$C^3H^6Br^2 + Zn + \text{eau} = C^3H^6 + ZnBr^2$ dissous, dégage $+62^{Cal},3$ pour le propylène; $+52^{Cal},9$ pour le triméthylène.

VI.

» *Action de la chaleur sur le triméthylène et sur le propylène.* — Dans une cloche courbe en verre dur, on a introduit sur le mercure $19^{cc},0$ de triméthylène, aussi pur que possible. La partie supérieure de la cloche représentait la moitié environ de la capacité remplie de gaz. Elle a été entourée de clinquant, puis d'une toile métallique et chauffée sur un bec de gaz avec précaution, à une température qui peut être regardée comme voisine de 550° ([1]), pendant vingt minutes. Après l'expérience, le volume du gaz a été trouvé égal à $19^{cc},2$, et l'on en a fait l'analyse par les actions successives : 1° de l'acide sulfurique et du brome; 2° du brome et de l'acide sulfurique.

» On a trouvé ainsi :

100 Volumes gaz initial.
101 Gaz après échauffement, c'est-à-dire :

4 Triméthylène inaltéré (approximatif).
76 Propylène.
7 Éthylène.
14 Hydrures C^nH^{n+2} et hydrogène.

» On voit que le triméthylène a été changé presque entièrement en propylène : une petite quantité subsistant encore après vingt minutes et une autre ayant été décomposée.

» D'autre part : $16^{cc},7$ de propylène (préparé avec son bromure, le zinc et l'alcool) ont été chauffés en cloche courbe, dans des conditions aussi

([1]) D'après les expériences similaires que j'ai eu occasion de faire avec le concours d'un thermomètre à gaz.

semblables que possible. Le volume n'a pas changé sensiblement et le propylène est demeuré complètement et immédiatement absorbable par le brome : ce qui exclut sa transformation en triméthylène et indique une stabilité plus grande.

» Ces résultats confirment la transformation du triméthylène en propylène par la chaleur, annoncée par M. Tanatar, qui a opéré, d'ailleurs, en faisant passer les gaz dans un tube rouge sombre, c'est-à-dire dans des conditions différentes de temps et de température. Il est clair qu'en opérant plus vite et à une température moindre, le triméthylène pourrait rester inaltéré. Au contraire, à une température rouge vif et prolongée, il se détruit, comme le fait d'ailleurs également le propylène.

» A cet égard les conditions de mon expérience, à une température déterminée, sont fort différentes et plus sures que celles qui président à la simple traversée d'un gaz, dont les bulles successives passent chacune en quelques secondes par un tube de verre chauffé à la même température; attendu que la plupart des réactions pyrogénées et notamment les transformations isomériques ne sont pas instantanées.

» En résumé, le triméthylène est moins stable que le propylène et il se transforme en son isomère, soit par la chaleur, soit par les agents dits de contact, soit même (plus ou moins partiellement) par l'influence des réactifs employés pour le régénérer de son bromure. Ce sont là des résultats que les données thermochimiques permettaient de prévoir. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le Néomylodon*. Note de M. ALBERT GAUDRY.

« Je peux donner à l'Académie des nouvelles de la découverte du Néomylodon, qui attire si vivement l'attention des naturalistes, car je viens de voir les restes qui ont été envoyés à Upsal par M. Otto Nordenskjöld, et ceux qui ont été apportés à Stockholm par M. Erland Nordenskjöld, le fils de notre illustre Associé.

» Assurément, le Mylodon devait passer pour un des animaux fossiles les plus différents des espèces actuelles; parmi ses particularités, on remarque la disposition de sa peau, où sont accumulés des ossicules dermiques qui la rendent impénétrable. Cependant, ce type étrange s'est conservé jusqu'à nos jours.

» Lors du voyage exécuté par la mission suédoise à la Terre de Feu, le

docteur Otto Nordenskjöld, un des membres de la mission, apprit que des fermiers avaient découvert une grotte, la *Cueva Eberhardt*, à 51°35′ de latitude sud, près d'Ultima Esperanza, sur la Terre de Magellan. Cette grotte était remplie d'ossements; on en avait tiré une peau d'un grand animal, qui était, comme celle du Mylodon, consolidée par de nombreux ossicules et couverte en dessus de poils bruns de 4^{cm} à 5^{cm} de long. Un morceau de cette peau a été remis à M. Ameghino, l'habile explorateur de la Patagonie; il la signala sous le nom de *Néomylodon*. Les pièces du Néomylodon recueillies par le docteur Otto Nordenskjöld ont été adressées à l'Université d'Upsal, où il est *privat docent;* un autre *privat docent* d'Upsal, le docteur Einar Lönnberg, vient de les décrire et de les figurer dans un beau Mémoire que je présente à l'Académie. M. Erland Nordenskjöld, voyant l'intérêt des découvertes de son cousin à la Cueva Eberhardt, est parti pour explorer cette caverne. Il vient de revenir avec une quantité d'ossements et de mâchoires mêlés à des crottins et à de la paille hachée menue qui formait le sol dans la place où se trouvent les restes de Néomylodon; j'en ai vu une partie à Stockholm, dans le laboratoire du Musée de l'Académie, dirigé par le professeur Nordenskjöld, et une autre partie à Copenhague, où M. Erland Nordenskjöld l'a portée pour ses comparaisons, Copenhague ayant d'admirables collections paléontologiques de l'Amérique du Sud. Le directeur du musée de la Plata, M. Moreno, a envoyé son assistant, M. Hauthal, à la Cueva Eberhardt; il y a fouillé après les savants suédois et a trouvé encore de belles pièces. Pour M. Hauthal, l'animal de la Cueva Eberhardt n'est pas un genre inconnu, c'est le Glossotherium, sous-genre de Mylodon représenté par plusieurs espèces fossiles dans le terrain pampéen.

» Les peaux que M. Lönnberg m'a montrées à Upsal avec leurs poils bien adhérents, un os encore garni de muscles desséchés, des os qui ne happent point à la langue, comme je m'en suis assuré, des crottins, de la paille hachée menu à l'état frais, des cornes d'ongles intactes sont inexplicables, si le Néomylodon n'a pas été enfoui à la Cueva Eberhardt à une époque peu reculée. Il n'y a pas de motifs pour rejeter la croyance de M. Ameghino qu'on pourra le trouver à l'état vivant. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. A. Breuillot et Thomas adressent une Note relative à un aérostat dirigeable.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. F. Larroque adresse une Note « Sur le mécanisme de l'audition des sons ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. Aug. Coret adresse une Note relative à un appareil destiné à mesurer l'inclinaison d'un navire, produite par le roulis.

(Commissaires : MM. Guyou, Cornu, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. Mascart rend compte à l'Académie de la cérémonie organisée à Côme pour fêter le centenaire de la découverte de la pile par Volta.

A cette occasion, M. Mascart a donné lecture des procès-verbaux de la Classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut, en 1802, dans lesquels il est question du passage de Volta à Paris, des expériences qu'il a répétées devant la Classe et de la médaille d'or qui lui a été décernée. C'est à la suite des expériences de Volta que la Classe, sur la proposition de Bonaparte, a fondé un prix annuel de 3000^{fr} pour les travaux relatifs à l'électricité.

Le Premier Consul fit remettre en outre au savant italien une somme de 6000^{fr}. Le 26 prairial an X, il écrivit d'Italie au Ministre de l'Intérieur : « Je désire donner un encouragement de 60000^{fr} à celui qui, par des » expériences et des découvertes, fera faire un pas à l'Électricité compa- » rable à celui qu'ont fait faire à cette Science Franklin et Volta. » Le prix de 3000^{fr} fut décerné successivement à Erman, de Berlin, à Sir Humphry Davy, puis à Gay-Lussac et Thenard.

Le prix extraordinaire n'a pas été décerné sous le Premier Empire. Napoléon III l'a rétabli et la République a continué cette tradition. Sous le nom de prix Volta, il a été attribué à Ruhmkorff, à Graham Bell et à Gramme. Ces souvenirs étaient de nature à montrer que la Science française avait accueilli avec une grande faveur la découverte de Volta.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brünner de* $0^m,16$*) pendant le premier trimestre de* 1899. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants :

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier 1899. — 0,13			
5- 9	3	5,7	— 6		84
31- 6	4	6,6	— 9		100
6	1	10,4		+10	28
9	1	11,5		+12	32
5-17	6	11,6	—15		223
11-19	4	13,7	—16		66
17-19	2	21,4	—11		4
24-27	4	29,9	—12		109
	15 j.		—11°,5	+11°,0	
		Février 1899. — 0,44.			
4	1	3,8	— 1		72
4-10	3	6,6	—11		58
21-22	2	22,1	— 9		6
20-21	2	24,7	— 8		7
27- 4	5	26,9	— 5		121
	16 j.		— 6°,8	»	
		Mars 1899.— 0,16			
4	1	5,4	—15		3
13-15	3	16,6		+14	14
21-24	4	19,2		+ 7	6
15-27	11	20,9	— 8		405
20-27	7	25,8	— 4		47
	19 j.		— 9°,0	+10°,5	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1899.	Sud 90°–40°	40°–30°	30°–20°	20°–10°	10°–0°	Somme.	Nord Somme.	0°–10°	10°–20°	20°–30°	30°–40°	40°–90°	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Janvier....	»	»	»	4	2	6	2	»	2	»	»	»	8	646
Février....	»	»	»	1	4	5	0	»	»	»	»	»	5	264
Mars......	»	»	»	1	2	3	2	1	1	»	»	»	5	475
Totaux..	»	»	»	6	8	14	4	1	3	»	»	»	18	1385

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1899.	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
	90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.		
Janvier.....	»	»	1	6	3	10	6	4	2	»	»	»	16	15,4
Février.....	»	1	»	6	7	14	2	1	1	»	»	»	16	12,5
Mars.......	»	»	»	5	3	8	6	4	2	»	»	»	14	13,1
Totaux...	»	1	1	17	13	32	14	9	5	»	»	»	46	41,0

» Le premier donne, à droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches; les colonnes successives renferment les dates extrêmes d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, le moment du passage au méridien central du disque solaire (en jour et fraction de jour, temps moyen de Paris), les latitudes moyennes des groupes de taches exprimées en millionièmes de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observations et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels de groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces mensuelles des taches (en millionièmes de l'hémisphère).

» Le troisième, enfin, renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en millièmes de l'hémisphère.

» Les principaux faits qui en résultent sont les suivants; il y a eu cinquante jours d'observation dans ce trimestre.

» *Taches.* — Les taches ont beaucoup diminué : on a, en effet, 18 groupes avec une surface totale de 1385 millionièmes au lieu de 29 groupes et 2535 millionièmes notés le précédent trimestre. La répartition des groupes entre les deux hémisphères est de 14 groupes au sud au lieu de 16, et de 4 au nord au lieu de 13; on voit que cette diminution s'est fait sentir surtout dans l'hémisphère boréal où d'ailleurs nous n'avons vu aucune tache en février, particularité qui ne s'était pas présentée durant tout un mois, depuis le dernier *minimum*, en novembre 1889.

» Le nombre des jours sans taches augmente : il est de 12 au lieu de 3 notés précédemment (2 en janvier, 7 en février, 3 en mars); néanmoins il y a eu encore une assez belle tache qui a atteint la limite de visibilité à l'œil nu, en mars; elle a traversé le méridien central le 20,9 à — 8° de latitude.

» *Régions d'activité.* — Le nombre des groupes de facules a un peu augmenté au sud de l'équateur (32 au lieu de 28) et diminué au nord (14 au lieu de 20); enfin, au total on a 46 groupes au lieu de 48, soit un nombre peu différent; mais la diminution en surface est beaucoup plus marquée : on a, effectivement, 41,0 millièmes au lieu de 60,9 millièmes. »

ASTRONOMIE. — *Sur la comparaison des heures obtenues, pour les contacts d'éclipses partielles de Soleil, par l'observation directe et les mesures de longueurs de corde commune.* Note de M. **Ch. André**, présentée par M. Mascart.

« Lors de l'éclipse partielle de Soleil du 7 mai 1899, mon but principal était la comparaison des heures de contact données par l'observation directe à celles que l'on déduit d'une série de mesures de longueurs de la corde commune faites au voisinage de chacun d'eux. En effet, les heures obtenues directement en un même lieu par différents observateurs présentent souvent des écarts assez grands, et il y aurait intérêt à pouvoir déterminer quelle y est la part réellement imputable à l'observateur.

» L'observation du phénomène, confiée à M. Guillaume (équatorial Brunner de $0^m,17$), devait donc comprendre, outre les heures directes des contacts, deux séries de mesures de la corde commune; en voici les résultats.

» Au commencement de l'éclipse, l'observation directe donne, pour heure du contact, $16^h 53^m 58^s$, tandis que le calcul, basé sur les cordes communes mesurées, conduit à la valeur $16^h 53^m,9$; il y a concordance presque absolue entre les deux nombres.

» A la fin de l'éclipse, les deux époques sont $17^h 38^m 14^s$ et $17^h 37^m,8$, dont l'accord est moins satisfaisant. Il semble que l'observateur ait été un peu gêné par la préoccupation de l'observation directe prochaine du contact de sortie; et, en effet, la discussion des nombres obtenus alors met en évidence une sûreté moindre de mesures dans cette portion de l'observation. Pour cette phase du phénomène, il y a lieu de reprendre la comparaison.

» Mais l'accord entre les deux nombres obtenus à l'entrée semble, à lui seul, permettre de conclure que, dans les observations d'éclipses partielles de Soleil et en vue de la détermination des heures des contacts, les mesures

de la corde commune ont une importance réelle et ne doivent pas être négligées. »

STATIQUE CHIMIQUE. — *Sur les points fixes de transformation;* Note de M. H. Le Chatelier.

« Un certain nombre de transformations *réversibles* des corps : dissociation, vaporisation, fusion, changements allotropiques, peuvent s'effectuer intégralement à pression et température invariables. On s'est laissé aller parfois à généraliser outre mesure ces faits, intéressants par leur simplicité, et à les ériger en lois très contestables : telles la loi des tensions fixes de dissociation, la loi des points fixes de transformation allotropique.

» A l'occasion de mes recherches sur l'hydrate de chlore, sur la décomposition par l'eau d'un sulfate de mercure, j'ai déjà montré qu'il ne peut être question de tensions fixes quand un corps liquide intervient dans la réaction. Les expériences sur les zéolites et sur différents hydrates salins, les expériences sur l'hydrure de palladium, faites par différents savants, ont montré que, dans bien des cas, même en l'absence de tout liquide, la loi des tensions fixes se trouve en défaut. Il n'y a peut-être pas aujourd'hui un seul cas dans lequel on ait rigoureusement établi l'existence d'une tension fixe de dissociation.

» Les transformations allotropiques se font souvent à des températures rigoureusement déterminées; mais, là encore, il n'y a pas de loi absolue : la transformation magnétique du nickel se fait certainement d'une façon progressive, dans un intervalle d'une vingtaine de degrés; probablement aussi celle du fer.

» La fusion des corps, plus souvent encore, se fait à température absolument fixe; les corps vitreux font cependant exception, et certains composés chimiques cristallisés, comme l'antimoniure de cuivre $SbCu^2$.

» On doit donc, en s'en tenant au point de vue expérimental, reconnaître l'existence fréquente de points fixes de transformation, mais refuser à l'ensemble de ces phénomènes le caractère d'une loi physique nécessaire.

» La théorie des équilibres chimiques de J.-W. Gibbs permet, à ce sujet, de préciser certains points. La condition d'équilibre d'un système hétérogène composé de plusieurs parties homogènes (phases), en relations avec un milieu indéfini, est donnée par l'équation

$$\varepsilon - T\eta + Pv - M_1 m_1 - \ldots - M_n m_n = 0$$

qui doit se vérifier séparément pour chacune des parties homogènes : ε, u, v, m_1, ..., m_n représentent l'énergie, l'entropie, le volume, la masse des différents composants dans la partie homogène considérée; T, P, m_1, ..., M_n, la température, la pression, les potentiels dans le milieu indéfini. Le premier membre de l'équation exprime la puissance disponible dans la production de la partie homogène considérée, aux dépens du milieu.

» Il résulte de cette équation que la transformation chimique des différentes parties du système entre elles pourra s'effectuer à pression et température constantes dans tous les cas où :

» 1° La transformation considérée peut s'effectuer sans modifier la composition d'aucune des parties en présence, condition remplie dans les faits expérimentaux passés plus haut en revue;

» 2° Les changements de grandeur des parties homogènes amènent des variations proportionnelles de leur énergie, leur entropie, leur volume, etc.

» Cette seconde condition est satisfaite toutes les fois que les parties envisagées ont des dimensions finies. Mais il n'en est plus ainsi, comme J.-W. Gibbs l'a fait remarquer, lorsque quelques-unes de ces parties deviennent infiniment petites. Une petite goutte d'eau n'a pas la même tension de vapeur qu'une masse d'eau de dimensions finies; la différence est facile à calculer.

» Convenons d'indiquer par le symbole D les grandeurs relatives à une partie semblable infiniment petite. En même temps que l'équation ci-dessus se vérifie pour une partie finie, on pourra avoir, pour une partie infiniment petite de même composition, l'inégalité

$$D_2 - TD\eta + PDv - M_1 Dm_1 - \ldots - M_n Dm_n \gtrless 0.$$

» Prenons d'abord le cas où cette expression a une valeur > 0. Il ne pourra se former spontanément aucune partie semblable, ou, s'il en existe quelques-unes, elles tendront à se réunir ensemble ; ce sera le cas de petites gouttelettes d'eau en suspension dans la vapeur, de petites bulles de vapeur au sein d'une masse liquide. La résultante des forces capillaires à la surface de séparation sera alors une *tension*. Les masses finies en présence seront en équilibre stable et les conséquences de l'équation qui les concerne s'appliqueront; la transformation pourra s'effectuer sous tensions fixes dans toute l'étendue où aucune des masses homogènes ne sera encore devenue infiniment petite. La loi des tensions des points fixes se vérifiera dans ce cas, et seulement dans ce cas.

» Si l'expression relative aux parties infiniment petites a, au contraire, une valeur < 0, ce qui correspondrait au cas où la résultante des forces capillaires serait une *compression* superficielle, le système composé des parties finies ne sera plus en équilibre. La division de ces parties homogènes en parties plus petites, s'entremêlant les unes dans les autres, correspondra au développement d'une quantité positive de travail; cette division pourra donc se faire spontanément et se continuera jusqu'à donner un mélange homogène ou semi-homogène, qui constituera une véritable dissolution, ou tout au moins présentera tous les caractères extérieurs d'une dissolution. Le mélange semblable, stable à chaque pression et à chaque température, aura une composition différente; la transformation chimique ne pourra pas s'effectuer dans son intégralité à pression et à température constantes.

» *A priori,* il n'y a aucune espèce de raison pour que l'un ou l'autre de ces deux cas se rencontre plus fréquemment que l'autre. Tandis que l'on a presque toujours affaire à des tensions fixes de vaporisation, il se pourrait que les tensions de dissociation fussent presque toujours variables. Dans le cas des phénomènes de fusion, les cristaux liquides de Tammam sont peut-être un exemple de corps cristallisés à fusion progressive. Il est enfin probable que, dans les transformations allotropiques, on trouvera d'autres cas semblables à ceux du nickel et du fer.

» Mais la réalisation expérimentale et, par suite, l'étude de ces changements d'état sous tensions variables seront le plus souvent très difficiles, au moins dans le cas des corps solides, l'absence de diffusion dans la plupart de ces corps étant un obstacle à l'établissement d'un état d'équilibre réversible. Il arrivera, en général, que les différentes couches concentriques d'un corps s'arrêteront à des degrés de transformation différents, l'importance et la répartition de chacune de ces couches variant d'une expérience à l'autre, variant surtout avec le sens des changements de température. Il sera impossible alors d'étudier le phénomène dans son état de réversibilité, le seul envisagé ici. Mais si la diffusibilité est rare dans les corps solides, elle n'est pas cependant absolument impossible. On sait que le carbone se diffuse dans le fer au-dessus de 850°, presque aussi vite que les sels solubles dans l'eau; les zéolites et cristaux semblables laissent diffuser l'eau lentement, mais à la longue d'une façon assez complète pour permettre l'établissement d'un véritable régime d'équilibre. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation diurne de l'électricité atmosphérique.* Note de M. **A.-B. Chauveau**, présentée par M. Mascart.

« A la fin de l'année 1893, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie les premiers résultats des observations sur l'électricité atmosphérique faites au Bureau central et au sommet de la tour Eiffel ([1]). Ces observations, poursuivies pendant huit ans, forment aujourd'hui une série assez étendue pour que les données qui s'en déduisent présentent un caractère suffisant d'exactitude. J'indique ici les résultats de ces recherches, relatifs à la variation diurne du potentiel en un point déterminé de l'atmosphère.

» I. Il existe, dans nos régions tempérées, deux types très différents de la variation diurne *au voisinage du sol;* l'un correspond à la saison chaude, l'autre à la saison froide.

» Pendant l'été, un minimum très accusé se produit au heures chaudes du jour et constitue le minimum principal toutes les fois que le point exploré n'est pas suffisamment dégagé de l'influence du sol, des arbres ou des bâtiments voisins. L'oscillation diurne est double; c'est la loi généralement admise pour cette variation.

» Pendant l'hiver, le minimum de l'après-midi s'atténue ou disparaît, tandis que le minimum de nuit s'accentue davantage. Considérée dans son ensemble, l'oscillation paraît simple, avec un maximum de jour et un minimum vers 4 heures du matin. Ce caractère est d'autant plus net que le lieu d'observation est plus dégagé.

» II. Cette distinction des deux régimes d'hiver et d'été au voisinage du sol est confirmée par l'examen des résultats obtenus, d'une part à Sodankylä (Finlande) par la mission dirigée par M. Lemström (1883-1884), de l'autre à l'observatoire de Batavia (1887-1895). Chacune de ces stations donne, pour ainsi dire, le type exagéré de la variation constatée dans nos climats, soit pendant la saison froide, soit pendant la saison chaude.

» III. *La variation diurne au sommet de la tour Eiffel,* PENDANT L'ÉTÉ, *entièrement différente de la variation correspondante au Bureau central, offre la plus frappante analogie avec la variation d'hiver.*

([1]) *Sur la variation diurne de l'électricité atmosphérique observée au voisinage du sommet de la tour Eiffel* (*Comptes rendus,* t. CXVII, p. 1069).

» Ce même type d'hiver se retrouve, moins accentué, mais parfaitement net, dans la moyenne fournie par trois mois d'observations, *pendant l'été* de 1898, sur le pylone de l'observatoire de Trappes (altitude 20^m). Il apparaît donc comme caractérisant la forme constante de la variation diurne en dehors de toute influence du sol.

» IV. Au contraire, dans les stations où le collecteur est dominé par des constructions ou des arbres voisins, le type correspondant au régime d'été s'exagère; le minimum de l'après-midi se creuse au détriment du minimum de nuit qui parfois disparaît. L'oscillation peut être simple, mais en sens inverse de l'oscillation d'hiver, c'est-à-dire avec un minimum de jour et un maximum de nuit. Cette forme anormale de la variation diurne, constatée autrefois par M. Mascart ([1]), résulte en effet des observations du Collège de France, mais pour la saison d'été seulement. On la retrouve encore, presque identique, à Greenwich, où le collecteur est placé dans des conditions aussi défavorables.

» On peut conclure de ce qui précède :

» 1° Qu'une influence du sol, maximum pendant l'été, et dont le facteur principal, suivant les idées de Peltier, est peut-être la vapeur d'eau, intervient comme cause perturbatrice dans l'allure de la variation diurne.

» 2° Que la loi véritable de cette variation, celle dont toute théorie, pour être acceptable, doit rendre compte, se traduit par une oscillation simple, avec un maximum de jour et un minimum (d'ailleurs remarquablement constant) entre 4^h et 5^h du matin. »

ZOOLOGIE. — *Sur un mode particulier de protection des appendices en voie de régénération après sections artificielles chez les Insectes.* Note de M. **Edmond Bordage**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Lorsqu'un membre est détaché par autotomie du corps d'un Arthropode, d'un Crabe ou d'un Phasmide, par exemple, la régénération a pour point de départ la surface même de la section produite. Il en est rarement de même quand la régénération a lieu à la suite d'une section artificielle pratiquée sur le membre. Chez les Mantides, les Blattides ([2]), les Ortho-

---

([1]) *Sur l'électricité atmosphérique* (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 158).

([2]) H.-H. Brindley, *On certain characters of reproduced appendages in Arthropoda*, 1898.

ptères sauteurs, par exemple, les sections artificielles sont suivies d'une contraction, d'un déplacement plus ou moins accentué des muscles sectionnés, qui remontent à l'intérieur du fourreau chitineux du membre; de sorte que, s'il y a ensuite régénération, la partie en voie de croissance peut demeurer entièrement cachée jusqu'à la plus prochaine mue. L'étui chitineux remplit donc, dans ce cas, un rôle protecteur.

» Il peut même arriver que, chez les Mantides, qui possèdent, développée à un haut degré, la faculté d'autotomie, et chez les Blattides, où elle est bien moins marquée, la contraction des muscles à l'intérieur du trochanter ou même à l'intérieur de l'article si développé qui constitue la hanche (*coxa*), se produise après autotomie suivant la soudure fémoro-trochantérique. Dans ce cas, s'il y a régénération, la partie en voie de croissance restera cachée jusqu'à la prochaine mue.

» Mais le plus souvent, chez les Mantides, et plus rarement chez les Blattides, cette contraction des muscles n'a pas lieu après l'autotomie.

» Dans ce cas, on peut voir bientôt s'il y aura régénération, sans qu'il soit nécessaire d'attendre la prochaine mue. Il est vrai qu'on n'aperçoit pas les différentes parties qui composent le rudiment en voie de croissance, car il est enroulé sur lui-même et, de plus, recouvert par la cuticule non chitinisée qui le protège comme une sorte de poche. Cette cuticule est dépourvue de transparence, à cause de sa coloration brunâtre. Mais, la saillie très peu marquée que forme cette poche protectrice à l'extrémité du trochanter indique cependant que le travail de régénération s'opère.

» Chez les Phasmides, le rudiment en voie de croissance, destiné à remplacer un membre détaché par autotomie, peut quelquefois se voir, mais d'une façon peu distincte, enroulé sous la cuticule protectrice qui possède, chez quelques espèces, une certaine transparence.

» En ce qui concerne les Mantides et les Blattides, j'ai remarqué que la contraction, à l'intérieur de l'étui chitineux, des muscles sectionnés par autotomie était d'autant plus marquée que les efforts faits par les insectes pour se débarrasser du membre avaient été eux-mêmes plus violents. Quand l'autotomie s'opérait facilement, cette contraction était réellement insignifiante.

» Il nous reste maintenant à examiner le cas particulier offert par les Phasmides.

» Lorsqu'on opère des sections artificielles dans la région comprenant le fémur et les deux tiers supérieurs du tibia, la contraction des muscles sectionnés est très marquée. Lorsqu'on opère ensuite ces sections dans le haut de la région formée par le tiers inférieur du tibia, la contraction se produit encore, et comme c'est précisément là que la faculté régénératrice commence à se manifester, la partie en voie de croissance demeure cachée jusqu'à la mue suivante. Puis, au fur et à mesure que les sections se rapprochent du tarse, la contraction est de moins en moins sensible, et, dans le voisinage de l'articulation du tibia et du tarse, les muscles sectionnés demeurent sensiblement en place; de sorte que la partie en voie de régénération pourra être

visible avant qu'une mue se soit produite. Il en est de même lorsque les sections sont pratiquées dans les trois premiers articles du tarse.

» En étudiant la structure interne du membre, nous voyons que c'est précisément dans la région qui nous occupe que s'insèrent, sur la partie inférieure du tibia et sur les premiers articles du tarse, les muscles destinés à mouvoir ce tarse tout entier et ses différentes parties. Les sections pratiquées dans cette région passent par les surfaces où ces muscles s'attachent sur l'étui chitineux et d'où ils se dirigent vers des articles situés au-dessous, qu'ils doivent mouvoir. Dans ces conditions, on comprend que la contraction soit insignifiante, ou ne se produise pas du tout. Elle ne peut se produire que lorsque la section est plus ou moins éloignée de la surface supérieure d'attache des muscles sectionnés, ce qui n'est pas le cas. Chez d'autres Insectes, il y a un retrait complet des muscles sectionnés lorsque la section passe par la région tarsienne. Il est évident que ces particularités proviennent de différences dans le nombre et la position des surfaces d'attache de ces muscles, différences que révèlent des dissections fines.

» Il arrive donc que, chez les Phasmides, les parties en voie de régénération, dans la région qui nous occupe, sont plus ou moins apparentes dès le début de leur formation. Mais, comme je l'ai déjà dit, la croissance se fait avec la plus grande lenteur ; il en résulte que, pendant le temps qui s'écoule avant la mue la plus proche, la partie en voie de croissance arrive à peine à former une minuscule saillie, de 1^{mm} à 2^{mm} de longueur. Elle est recouverte par la mince cuticule protectrice de couleur brune, se moulant exactement sur le rudiment de membre, lequel ne présente encore aucune séparation en articles. Ce n'est qu'après la mue la plus proche, que le rudiment, commençant à avoir une certaine longueur, montrera des traces assez nettes de division en articles tarsiens. La lenteur de la croissance est telle que ce n'est qu'après deux et même trois mues que le membre mutilé se trouve complété et capable de rendre des services à l'insecte [1].

---

(1) Les régénérations les plus parfaites donnent un tarse tétramère. J'ai cependant obtenu, après des sections pratiquées dans le troisième article du tarse : 1° un tarse pentamère à articles incomplètement séparés; 2° un tarse pentamère aussi parfait qu'un tarse normal; 3° un tarse monstrueux et coudé de six articles incomplètement séparés; mais ce sont là de rares exceptions à la règle. La tétramérie après régénération a été constatée, pour les Phasmides, non seulement chez les quatre genres que j'ai cités dans des Communications précédentes, mais encore chez *Anchiale*, *Acanthoderus*, *Lopaphus*, *Diapheromera* et vraisemblablement chez *Cyphocrania*, *Diura* et *Bacteria mexicana*, ce qui porterait à 25 le nombre des espèces d'Orthoptères coureurs chez lesquelles la tétramérie a été constatée.

» Il est intéressant de comparer la lenteur de la croissance des parties en voie de régénération après sections artificielles, aussi bien que la lenteur de la croissance, bien moins marquée cependant, des membres destinés à remplacer ceux qui ont été détachés par autotomie, chez les Phasmides, à la merveilleuse rapidité de croissance que l'on constate chez les Mantides et chez les Blattides. Tandis que, chez ces derniers, les membres régénérés après autotomie ou section artificielle peuvent commencer à rendre des services à l'insecte immédiatement après la mue la plus proche, chez les Phasmides, les membres en voie de régénération ne peuvent être utiles à l'insecte qu'après la deuxième ou même la troisième mue. J'ai remarqué que le même fait se produit chez les Orthoptères sauteurs. »

ZOOLOGIE. — *Sur les organes céphaliques latéraux des Glomeris.* Note de M. N. de Zograf, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le célèbre anatomiste allemand François Leydig a dessiné, sur une des Planches accompagnant son travail inachevé *Ueber den Bau des thierischen Körpers* en 1864, une tête de *Glomeris*, ayant sur ses parois latérales deux organes en forme de fer à cheval, présentant à leur intérieur une assez grande cavité qui communique avec l'extérieur par une fente longitudinale très étroite. Leydig a démontré que la paroi intérieure de ces organes est très épaisse; qu'elle est innervée par un nerf sortant du cerveau dans le voisinage du nerf optique; enfin, que ces organes doivent être considérés comme des organes de sensibilité.

» Après Leydig, le zoologiste hongrois Cömösvary a décrit ces organes chez plusieurs Myriapodes, sans en donner davantage une description détaillée : c'est par le nom de *Cömösvary* qu'on les désigne aujourd'hui. C'est ainsi que les appellent le zoologiste français Saint-Rémy et l'entomologiste allemand Curt Hennings; ce dernier en a donné une description histologique dans le n° 3 des *Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschenden Freunde zu Berlin* de l'année 1899.

» Dans mon article sur la parenté des Arthropodes, publié en 1892 dans les *Comptes rendus du Congrès international de Zoologie*, j'ai montré le grand intérêt morphologique que présentent ces organes, surtout si on les compare aux fosses céphaliques embryonnaires des autres Myriapodes, de quelques Insectes et Crustacés, et aux organes céphaliques de quelques

Annélides, par exemple des Capitellides. Malheureusement les Glomeris sont très rares en Russie et ne se rencontrent que dans la partie sud-ouest de l'Empire : je n'ai pu me procurer des matériaux suffisants pour mes recherches que dans l'été de l'année 1898, grâce à l'obligeance de M. E. Bouvier, professeur au Jardin des Plantes; je reçus alors des *Glomeris marginata* que M. Bouvier a recueillis dans les forêts des environs de Dieppe. Tous les animaux composant deux envois successifs ont péri pendant le long trajet de Dieppe à Moscou; mais un dernier envoi, fait après les grandes chaleurs de l'été, est arrivé à Moscou sain et sauf et m'a servi pour mes recherches.

» Les organes latéraux céphaliques des *Glomeris* ont une structure très curieuse et originale. M. Hennings nous fait connaître que l'épaississement de la paroi interne des organes consiste en cellules d'épithélium sensitif, dont les noyaux se trouvent dans les parties proximales, tandis que les couches plus superficielles contiennent quelques petites granulations dans le plasma des cellules. M. Hennings considère, avec raison, les cellules de la paroi épaisse des organes comme étant de nature nerveuse; celles qu'il dessine dans sa *fig.* 2 et qu'il nomme les cellules de l'épithélium sensitif, sont des cellules glandulaires. La structure de cette paroi interne de l'organe latéral est plus compliquée :

» La paroi consiste en cellules glandulaires qui sont très abondantes, qui s'ouvrent par des canaux très minces dans le fond de la cavité de l'organe; sur la surface chitineuse de ce fond, on peut même remarquer des trous minuscules, par lesquels la sécrétion des cellules se déverse dans la cavité de l'organe.

» Outre les cellules glanduleuses, on remarque dans les couches encore plus proximales, dans le voisinage des cellules du tissu adipeux, de grandes cellules ganglionnaires qui se prolongent sur leurs bouts proximaux dans les nerfs qui sortent du grand nerf de l'organe, tandis que leurs bouts distaux se prolongent en de longs filaments nerveux terminaux; ces filaments, que l'on voit très bien en étudiant l'organe à l'aide de la méthode de Ramon y Cajal, atteignent la couche chitineuse du fond et quelquefois la relèvent en formant de petits bourrelets. Si l'on prépare une coupe parallèle à la surface du fond, on peut voir nettement que chaque filament terminal, qui a ici une structure rappelant les rhabdomes des organes des sens des Arthropodes, est entouré par les canaux des cellules glandulaires; ces derniers forment des figures polygonales, rappelant les mailles d'un réseau de tulle; et, au centre des mailles, se termine un filament nerveux.

» Entre les canaux des cellules glandulaires se trouvent des concrétions très abondantes; ces concrétions se colorent avec tous les réactifs colorants et se conservent après l'ébullition dans la potasse caustique.

» La combinaison des cellules glanduleuses et sensitives et la structure

des cellules rappellent beaucoup les organes olfactifs, et je pense que l'on doit attribuer cette fonction à ces organes.

» Cette structure, ainsi que cette fonction apparente des organes céphaliques latéraux des *Glomeris,* les rapprochent des organes céphaliques des Vers annelés. Si nous nous rappelons que les Péripates conservent jusqu'à l'état adulte les traces des organes céphaliques, bien développés chez leurs embryons et chez leurs jeunes, et que beaucoup d'autres Arthropodes présentent, dans leur vie embryonnaire, des traces de curieux organes céphaliques; si nous nous souvenons, d'autre part, que la parenté entre les Vers annelés et les Arthropodes par l'intermédiaire des Péripates devient de plus en plus évidente, nous pouvons émettre l'hypothèse que les organes céphaliques latéraux des *Glomeris* sont homologues et même peut-être analogues aux organes céphaliques des Annélides. »

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur quelques phénomènes de la désorganisation cellulaire* [1]. Note de M. **Vital Boulet**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les premiers phénomènes que l'on observe dans la désorganisation spontanée des cellules d'une feuille d'Elodée, détachée de sa tige à l'état de vie manifeste, et abandonnée dans l'eau même où vivait la plante, consistent en un accroissement considérable de la tension osmotique accompagné de modifications importantes dans le contenu de l'hydroleucite et la structure du protoplasme.

» 1. La tonicité des cellules intactes, déterminée à l'aide de solutions titrées d'azotate de potassium, varie de 2,1 à 2,3 suivant les cellules. La tension osmotique se relève ensuite avec le temps et l'hydroleucite se segmente souvent en un certain nombre de parties. J'ai pu déterminer les nombres suivants qui ne sauraient d'ailleurs être considérés que comme des moyennes.

1e jour	Tension osmotique.........	2,1 à 2,3
2e »	»	3,2 à 3,5
3e »	»	3,7 à 4,1
7e »	»	3,9 à 4,2
10e »	»	4,5 à 4,7
15e »	»	5,2 à 5,7
22e »	»	6 à 6,3

(1) Travail fait au laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Paris.

» Finalement, la cellule ne plasmolyse plus même dans les solutions à 18 pour 100, et, à ce stade, l'hydroleucite, ou les parties qui en proviennent ne sont plus visibles, soit qu'ils remplissent entièrement la cellule, ou que, plus vraisemblablement, la membrane qui les limitait ait été détruite.

» 2. En même temps, et parallèlement à l'accroissement de la tension osmotique, il apparaît dans l'hydroleucite de nombreux éléments bacilliformes. Existant déjà dans quelques cellules intactes, mais rares, ténus et animés de mouvements browniens très rapides, ils augmentent graduellement en nombre et leur motilité apparente décroît. Parmi les cellules qui ne plasmolysent plus, j'ai pu en observer quelques-unes, très rares il est vrai, mais qui étaient entièrement remplies par une sorte de feutrage de ces éléments désormais immobiles. Leurs dimensions s'accroissent d'ailleurs, et leur forme devient définissable. Quelques-uns, très peu fréquents, sont des octaèdres quadratiques, mais, en très grande majorité, ils se présentent en lames prismatiques terminées par des pointements en biseau, et mesurant environ 6^{μ} de long sur $1^{\mu},3$ de large. Insolubles dans l'acide acétique concentré, ils se dissolvent rapidement dans les acides chlorhydrique et sulfurique très étendus et présentent ainsi les caractères des cristaux d'oxalate de calcium.

» 3. Le protoplasme subit corrélativement des modifications importantes. Formant d'abord une masse assez homogène autour de l'hydroleucite, il se vacuolise abondamment à mesure que la tension osmotique croît. Observé aux plus forts grossissements il apparaît, dans les cellules intactes, formé d'une partie fluide et hyaline dans laquelle se meuvent rapidement et en tous sens des granules très nets, mais de dimensions non mesurables. Le volume de ces granules augmente graduellement; le phénomène est particulièrement visible dans les tractus protoplasmiques déliés, décrits par quelques auteurs, et qui rattachent le protoplasme à la membrane cellulosique lors de la plasmolyse. Ces tractus prennent alors une structure granulaire très nette. Le protoplasme lui-même, et en particulier sa couche externe, paraît subir la même dégénérescence, si bien que, dès les tonicités moyennes, l'hydroleucite, isolé par plasmolyse, n'est plus étroitement enserré par la masse protoplasmique qui remplit le reste de la cellule et qui ne subit que peu ou pas de contraction sous l'action des solutions plasmolysantes.

» Mais, à partir de ce moment, la désorganisation paraît entrer dans une nouvelle phase, car les chloroleucites eux-mêmes subissent une altération profonde, dont je me propose de faire l'objet d'une autre Communication. »

BOTANIQUE. — *Sur la formation des canaux sécréteurs dans les graines de quelques Guttifères*. Note de M. **Édouard Heckel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait que, d'une façon générale, l'embryon des *Clusiacées,* quelle que soit sa constitution, est richement pourvu de canaux sécréteurs. Toutefois, comme l'a indiqué M. Van Tieghem (*Canaux sécréteurs des plantes,* deuxième Mémoire, *Annales des Sciences naturelles,* 7e série, p. 42; 1885), « l'embryon du *Pentadesma butyracea* Dorr. fait exception à cette règle. Il » ne présente de canaux sécréteurs ni dans le parenchyme cortical, ni dans » le parenchyme médullaire, et cependant, bien qu'elle manque d'organes » spéciaux, la fonction sécrétrice ne s'accomplit pas moins ». Je viens ajouter quelques autres exceptions à celles que constitue le *Pentadesma butyracea.* Dans l'une de ces exceptions, la germination s'accompagne de faits tellement spéciaux et inconnus jusqu'ici en ce qui touche à la genèse des canaux sécréteurs, que j'ai cru nécessaire de les signaler à l'attention des botanistes.

» Les embryons des *Garcinia,* au moins pour ce qui concerne *G. indica* Choisy, *Cochinchinensis* Choisy et *pictoria* Roxb., n'ont pas de canaux sécréteurs et n'en forment pas pendant la période germinative. Là, aussi, comme dans *Pentadesma butyracea,* la fonction sécrétrice diffuse s'accomplit, ou dans chaque cellule du parenchyme dont les parois sont tapissées de résine verdâtre, ou au moyen de cellules spéciales. Ces dernières, ne renfermant ni corps gras ni amidon, sont plus grandes que les autres, disposées en séries, remplies de résine et colorées d'une façon différente de leurs voisines à contenu gras et amylacé. L'embryon exalbuminé de *Lophira alata* Banks, espèce que M. Van Tieghem a séparée des Diptérocarpées à cause de l'absence des canaux sécréteurs et de quelques autres caractères anatomiques et morphologiques, pour la placer dans les Ternstrœmiacées, présente, d'après mes recherches, les mêmes dispositions anatomiques que les *Garcinia* et les conserve pendant la germination. C'est une véritable transition vers l'état particulier qui se révèle dans l'embryon d'*Allanblackia floribunda* Oliver. Ici les faits sont plus intéressants et plus imprévus. J'ai donné la description morphologique et histologique de cette graine dans mon étude sur les *Graines grasses des colonies françaises* (*Annales de l'Institut colonial,* 2e fascicule, p. 80, année 1898), mais il convient de la rappeler sommairement ici.

» L'embryon est constitué par une tigelle tuberculeuse, surtout par l'écorce. A la coupe, on trouve une zone périphérique corticale très épaisse, puis au centre une autre plus petite de beaucoup, c'est la moelle. Ces deux zones, de couleur chocolat clair, sont séparées par une ligne brune. Les deux parenchymes de l'écorce et de la moelle sont formés de cellules à parois peu épaisses, de couleur jaune clair, contenant contre les parois des corpuscules huileux, liquides, disposés en une couche légère, tout le reste de la cellule étant rempli par une masse solide, blanchâtre, formant un seul bloc de matière grasse cristallisée. Dans ces parenchymes uniformes, je n'ai pu discerner aucune cellule différente de ses voisines; il n'y existe qu'une épaisse zone endodermique, séparant l'écorce de la moelle.

» J'ai pu avoir, par M. Vilmorin, une de ces graines en germination, elle provenait de Libreville (Congo français), d'où elle était arrivée en cet état sans apparition toutefois de radicelle ni de tigelle.

» J'ai essayé vainement, à plusieurs reprises, de faire germer en serre chaude ces graines que j'ai reçues très fraîches du Congo; elles perdent en route leur faculté germinative. Tout d'abord j'ai constaté dans la graine de M. Vilmorin une déformation très accusée : durant l'acte germinatif, la zone médullaire s'était considérablement accrue et de dactyliforme la graine était devenue sphérique. Mais à la coupe transversale je constatai ce fait inattendu et significatif qu'un liquide jaune, résineux, poissant aux doigts s'écoulait surtout de certains points profonds de l'écorce qui avait pris elle-même une couleur d'un beau rouge. Des canaux sécréteurs, d'où s'écoulait ce liquide résineux, s'étaient formés sillonnant l'écorce de toutes parts.

» Malheureusement, bien que la germination ne fût pas encore très avancée, elle l'était cependant assez pour que je n'aie pas pu saisir les premières phases de la formation des canaux sécréteurs, si bien que j'ignore aux dépens de quelles cellules initiales ils se produisent et comment se divisent ces cellules initiales. Mais on aperçoit encore, dans le parenchyme accru et coloré en rouge, des îlots de cellules très petites à parois très ténues, situées auprès de l'endoderme.

» Dans leur développement, ces groupes d'éléments cellulaires, au nombre de huit à dix, compriment en les aplatissant les cellules voisines du parenchyme primordial qui les entoure, et ces dernières deviendront les cellules bordantes du canal sécréteur. Puis, très rapidement, ces cellules de nouvelle formation se gélifient en commençant par celles du centre et disparaissent peu à peu, en laissant des lambeaux de parois révélatrices de l'origine des canaux sécréteurs. Toutefois la couche de cellules à minces parois qui est en contact direct avec celles du parenchyme primordial persiste intacte assez longtemps, portant sur sa face interne les lambeaux cellulaires dont je viens de parler. Il semble dès lors qu'il y a une double rangée de cellules sécrétantes, les unes petites, de nouvelle formation, et les autres, grosses, propres au parenchyme primitif. La rangée la plus interne disparaît enfin et les canaux sécréteurs sont définitivement constitués. A cause des lambeaux cellulosiques qu'ils pré-

sentent souvent, ces canaux revêtent un peu l'apparence des lacunes gommeuses propres à un grand nombre de plantes et notamment aux *Malvacées*.

» Je n'ai pas constaté de canaux résineux dans la moelle de la graine d'*Allanblackia floribunda*, mais je ne puis dire s'il ne s'en forme pas dans une période plus avancée de la germination. J'ai même lieu de croire qu'il s'en forme, si je tiens compte de ce fait que j'ai constaté leur présence dans les feuilles, dans l'écorce des rameaux et même dans la moelle, où ils sont plus grands et plus nombreux encore.

» Le processus de formation des canaux sécréteurs que je viens de décrire se retrouve dans l'embryon d'*Ochrocarpus Siamensis* Anderson, mais avec cette différence que, dans cette graine, les canaux sécréteurs très nombreux se forment tous pendant le développement de l'embryon et ne s'y développent pas pendant la germination. Il serait intéressant de savoir si *Pentadesma butyracea*, qui a des canaux sécréteurs dans ses tiges et dans ses feuilles ([1]), en forme dans sa graine pendant qu'elle germe. Je chercherai à m'en assurer.

» Il résulte de mes observations qu'il existe, dans les Guttifères, deux catégories de graines dépourvues de canaux sécréteurs; les unes (*Garcinia*) n'en forment jamais pendant la période germinative, les autres (*Allanblackia*) en forment de nombreux et par un processus tout différent de celui qui est admis comme unique jusqu'ici. Ce processus se retrouve dans *Ochrocarpus*.

» J'ai déjà, dans une précédente Communication, démontré que, chez les Orchidées, ces organes ont un mode de formation spécial, du moins dans la section aphylle du genre *Vanilla* qui seul, dans les Orchidées, paraît jusqu'ici en posséder; nous en voyons un nouveau aujourd'hui dans les *Allanblackia* et les *Ochrocarpus*.

» Il faut donc renoncer à cette notion classique que les canaux sécréteurs se produisent toujours par formation schizogène. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

([1]) Voir mon étude détaillée sur cette graine et sur le végétal qui la produit, dans les *Annales de l'Institut colonial de Marseille* (t. I, 1893), où j'ai décrit et dessiné ces canaux.